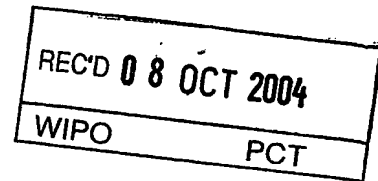


2004/001770

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/DE04/1770



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 38 967.9

Anmeldetag: 25. August 2003

Anmelder/Inhaber: Technische Universität Braunschweig
Carolo-Wilhelmina, 38106 Braunschweig/DE

Bezeichnung: Mikrosystembauelement und Verfahren zum
Kleben von Mikrobauteilen auf ein Substrat

IPC: C 09 J, B 81 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzierzon

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

A 9161
08/00
EDV-L

BEST AVAILABLE COPY

GRAMM, LINS & PARTNER
Patent- und Rechtsanwaltssozietät
Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Heuss-Str. 1, D-38122 Braunschweig

Technische Universität
Braunschweig Carolo-Wilhelmina
Pockelsstraße 14

38106 Braunschweig



Braunschweig:

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm *
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins *
Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek ¹⁾
Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann *
Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla ¹⁾
Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein*
Rechtsanwalt Dr. Stefan Risthaus
Patentanwalt Dipl.-Ing. Kai Störnebel ¹⁾

Hannover:

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer *

* European Patent Attorney
¹⁾ European Trademark Attorney
¹⁾ zugelassen beim LG u. OLG Braunschweig

Ihr Zeichen/Your ref.:

Unser Zeichen/Our ref.:
3022-011 DE-1

Datum/Date
21. August 2003

Mikrosystembauelement und Verfahren zum Kleben von Mikrobauteilen auf ein Substrat

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kleben von Mikrobauteilen auf ein Substrat bei der Herstellung von Mikrosystembauelementen.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Mikrosystembauelement mit mindestens einem auf ein Substrat geklebtem Mikrobauteil.

15 In der Mikrosystemtechnik werden vielfach elektronische, elektromechanische oder rein mechanische Mikrobauteile auf ein Substrat geklebt. Die hierbei erforderliche Präzision, die geringen Klebflächen und die Notwendigkeit der Automatisierung des Fügevorgangs stellen hierbei ein besonderes Problem dar. Herkömmlicherweise erfolgt das Kleben von Mikrobauteilen mit viskosen Klebstoffen als Ein- oder Zwei-Komponentensysteme, die eine spezifische Topfzeit haben, innerhalb der die Klebeeigenschaften erhalten bleiben und der Klebvorgang durchgeführt werden kann. Viskose Klebstoffe haben zudem eine spezifische Aushärtezeit, die der Klebstoff benötigt, um eine stabile Klebverbindung zu gewährleisten.

Antwort bitte nach / please reply to:

Hannover:

Freundallee 13
D-30173 Hannover
Bundesrepublik Deutschland
Telefon 0511 / 988 75 07
Telefax 0511 / 988 75 09

Braunschweig:

Theodor-Heuss-Straße 1
D-38122 Braunschweig
Bundesrepublik Deutschland
Telefon 0531 / 28 14 0 - 0
Telefax 0531 / 28 14 0 - 28

Die Topfzeit sollte möglichst groß sein, um ein rationelles Fügen von Mikrobau-
teilen durch großflächiges Auftragen des Klebstoffs auf das Substrat und an-
schließendes Fügen einer Vielzahl von Mikrobauanteilen auf das Substrat in einer
für den Vorgang erforderlichen Zeit zu ermöglichen. Auf der anderen Seite sollte
5 die Topfzeit und Aushärtezeit möglichst klein sein, damit die Klebverbindung
nach dem Fügen sofort aushärtet und die Mikrobauanteile sich nicht auf dem Sub-
strat verschieben. Diese beiden konträren Randbedingungen sind kaum mitein-
ander in Einklang zu bringen. Erschwerend hinzu kommt die in der Mikrosystem-
technik erforderliche geringe Schichtdicke des Klebstofffilms im μm -Bereich im
Unterschied zur makroskopischen Klebung.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zum Kleben von
Mikrobauanteilen auf ein Substrat zur Herstellung von Mikrosystembauelementen
zu schaffen, das ein rationelles Fügen einer Vielzahl von Mikrobauanteilen einzeln
15 nacheinander oder vorzugsweise in einem Schritt ermöglicht und ein Verschieben
der Mikrobauanteile unter Berücksichtigung der hohen Genauigkeitsanforderungen
in der Mikrosystemtechnik nach dem Aufbringen der Mikrobauanteile auf das Sub-
strat verhindert.

Die Aufgabe wird mit dem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß da-
durch gelöst, dass das Kleben der Mikrobauanteile auf das Substrat mit einem re-
aktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoff erfolgt.

Reaktive oder nicht reaktive Schmelzklebstoffe sind grundsätzlich aus der Ma-
kro-technik bekannt. Im Unterschied zu den viskosen Klebstoffen erfolgt die Kle-
bung beim Abkühlen sofort ohne Aushärtezeit, nachdem der Schmelzklebstoff
über die Schmelztemperatur erwärmt wurde. In Abhängigkeit vom Schmelzkleb-
stoff ist die Klebverbindung reversibel oder irreversibel. Bei reaktiven bzw. nach-
vernetzenden Schmelzklebstoffen ist die Klebverbindung nicht reversibel, sobald
30 die Reaktion bzw. Nachvernetzung gestartet wurde. Bei einer reversiblen

Klebverbindung kann das Mikrobauteil nach Erwärmen über eine spezifische Temperatur wieder abgelöst werden. Allerdings ist sowohl bei der reversiblen, als auch bei der irreversiblen Klebverbindung ein Anhaften des Mikrobauteils an dem Substrat gewährleistet, bei dem das Mikrobauteil sich nicht mehr verschiebt, auch nicht um geringste Entfernungen im μm -Bereich.

Schmelzklebstoffe sind Klebstoffe, die durch Wärmeeinwirkung aufschmelzen und bei Erstarren die Klebverbindung bilden. Übliche Schmelzklebstoffe sind beispielsweise Mischungen von Ethylen-Vinylacetat-Copolymeren, Polyamiden oder gesättigten Polyestern mit Zusätzen wie Harzen, Weichmachern, Stabilisatoren oder Füllstoffen.

Im Unterschied hierzu sind Reaktionsklebstoffe zu sehen, die durch chemische Reaktion abbinden. Dabei stellt sich jedoch das oben genannte Problem der Topf- und Abbindezeit. Weiterhin sind anlösende Klebstoffe bekannt, die die zu verklebenden Oberflächen anlösen, so dass nach Diffusion der Makromoleküle und Verdunstung des Lösemittels die Klebung eintritt. Auch hier ist die Reaktionszeit zu lang. Alles-Kleber binden ebenfalls durch Verdunsten von Lösungsmittel ab.

Die reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoffe sind auch im Unterschied zu herkömmlichen Haftklebstoffen zu sehen, die als dauerklebrige Klebstoffe zumeist auf Kautschukbasis bei geringem Druck haften, bei dauernder Last jedoch zum Kriechen neigen. Ungeeignet sind auch Kontaktklebstoffe, die auf beide zu verklebenden Oberflächen aufgetragen werden müssen, wobei nach einer Vortrocknung die Klebung durch kurzzeitiges, starkes Zusammendrücken erfolgt.

Reaktive oder nicht reaktive Schmelzklebstoffe zeichnen sich als physikalisch abbindende Klebstoffe dadurch aus, dass ein einseitiges Auftragen und Anliegen der Klebflächen zur Herstellung einer Klebverbindung ausreicht, wobei ein Wär-

meeintrag vor oder nach dem Auftragen erfolgt. Die Aushärtung erfolgt durch Abkühlung, so dass die Aushärtezeit beliebig klein eingestellt werden kann und so ein Verschieben der Mikrobauteile auf dem Substrat während der Klebung verhindert wird.

5

Schmelzklebstoffe haben zudem den Vorteil, dass die Klebverbindung reversibel ist, durch ein Nachhärteprozess jedoch auch irreversibel gemacht werden kann.

Die Schmelzklebstoffe werden vorzugsweise als Granulat mit beliebiger Form, vorzugsweise kugelförmig, aufgetragen. Hierbei können die einzelnen Granulate beispielsweise einzeln auf eine erwärmte oder strukturierte Oberfläche des Substrates oder Mikrobauteils aufgebracht werden.

15 Es ist aber auch denkbar, pulverförmigen Schmelzklebstoff flächig, gegebenenfalls elektrostatisch unterstützt auf die Oberfläche des Substrates oder Mikrobauteils aufzutragen, ausgewählte Klebstellen durch lokale Erwärmung der Pulverschicht anzuschmelzen und die nicht angeschmolzene Pulverschicht zu entfernen. Anschließend erfolgt dann das Aufkleben des mindestens einen Mikrobauteils auf das Substrat durch Aufbringen der Mikrobauteile auf das Substrat und nochmalige Erwärmung des Verbundes.

Das Anschmelzen der ausgewählten Klebestellen kann lokal, beispielsweise mittels fokussierender Wärmequelle wie z. B. eine Laserbestrahlung der ausgewählten Klebstellen oder global durch Erwärmen des gesamten Substrates oder Mikrobauteils beispielsweise mittels Heizplatte oder Infrarotstrahlung erfolgen.

25

Das Auftragen des Schmelzklebstoffs kann auch durch Eintauchen einer ggf. erwärmten strukturierten Oberfläche des Substrates oder Mikrobauteils in pulverförmigen Schmelzklebstoff oder in eine Dispersion oder Suspension aus diesem durchgeführt werden.

30

Das Auftragen des pulverförmigen Schmelzklebstoffs kann auch mit Hilfe eines konturierten Siebs oder einer Maske erfolgen.

- 5 Es ist aber auch denkbar, die ausgewählten Klebstellen elektrostatisch aufzuladen und den pulverförmigen Schmelzklebstoff auf die teilweise elektrostatisch geladene Oberfläche des Substrats oder Mikrobauteils flächig aufzutragen.

Ebenfalls möglich ist das elektrostatische Aufladen einer Walze, von der dann pulverförmige Schmelzklebstoffe auf das Substrat oder Mikrobauteil übertragen werden.

- 15 Durch kurzzeitiges Erwärmen der Oberfläche erfolgt dann ein Anschmelzen des Klebstoffs an den elektrostatisch geladenen Klebstellen. Anschließend können die Mikrobauteile einzeln oder gleichzeitig auf das Substrat aufgelegt und durch Erwärmen des Verbundes angeklebt werden.

- 25 Der Schmelzklebstoff kann auch durch Auflegen einer Transferfolie mit daran anhaftendem granulatförmigen oder pulverförmigem Klebstoff oder eine Folie aus dem Schmelzklebstoff selbst auf die zu klebende Oberfläche des Mikrobauteils oder Substrats aufgebracht werden. Die Folie wird zur Auswahl von Klebstellen vorzugsweise konturiert. Es kann aber auch ein mechanisches Stempeln der Folie auf das Substrat oder Mikrobauteil oder eine lokale Erwärmung der Folie an ausgewählten Klebstellen erfolgen, um den auf der Folie haftenden Klebstoff auf die ausgewählten Klebstellen zu transferieren.

- 30 Der Schmelzklebstoff kann auch als Suspension oder Dispersion aufgetragen werden, beispielsweise mit einem Druckverfahren, zum Beispiel Siebdruck, oder mittels einer Walze auf die Oberfläche des Substrates oder gegebenenfalls auf die Mikrobauteile.

Nach dem Aufkleben des mindestens einen Mikrobauteils auf das Substrat wird vorzugsweise eine Nacherwärmung des Systembauelementes durchgeführt, um eine Verklebung zu erreichen. Die Nacherwärmung kann hierbei selektiv beispielsweise mittels Laser oder global erfolgen.

Die Granulate der Klebstoffe sollten einen Durchmesser von weniger als $150\text{ }\mu\text{m}$ haben und vorzugsweise im Bereich von $0,5$ bis $150\text{ }\mu\text{m}$ liegen. Die Granulate können hierbei eine beliebige Form, beispielsweise eine Kugelform, haben.

Die Aufgabe wird weiterhin durch das Mikrosystembauelement gelöst, bei dem die Klebverbindung zwischen Substrat und Mikrobauteilen mit Schmelzklebstoff ausgeführt ist. Dabei sind die Mikrobauteile vorzugsweise kleiner als $1000\text{ }\mu\text{m}$.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Figur 1 - Skizze des Verfahrens zum Kleben von Mikrobau-
teilen mittels Auf-
tragens eines kugelförmigen Schmelzklebstoffs auf eine glatte oder
strukturierte Oberfläche;
- Figur 2 - Skizze des Verfahrens zum elektrostatischen Aufladen einer defi-
nierten Klebfläche;
- Figur 3 - Skizze des Verfahrens zum Auftragen eines pulverförmigen
Schmelzklebstoff großflächig auf die Substrat-
oberfläche;
- 15 Figur 4 - Skizze eines Verfahrens zum Kleben von Mikrobau-
teilen mit großflä-
chigem Auftragen von Klebstoff und Anschmelzen oder Ansin-
tern ausgewählter Klebflächen mit Hilfe einer fokussierten Wärmequelle;
- Figur 5 - Skizze der Oberfläche aus Figur 3 und Figur 4 mit nur an den Klebe-
stellen durch elektrostatische Aufladung, Anschmelzung oder Ansin-
terung verbleibendem Klebstoff;
- 25 Figur 6 - Skizze eines Verfahrens zum Auftragen von elektrostatisch aufgela-
denen pulverförmigen Klebstoff oder dispergierten Schmelzkleb-
stoffs mit Hilfe einer Walze;
- 30 Figur 7 - Skizze eines Verfahrens zum Auftragen von Klebstoff auf ausge-
wählte Klebstellen durch Eintauchen einer erhabenen Struktur in
pulverförmigen Klebstoff oder eine Dispersion;

Figur 8 - Skizze eines Verfahrens zum Auftragen von Klebstoff mittels Siebdruck;

5 Figur 9 - Skizze eines Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs mit Hilfe eines Transferbandes oder einer aus Schmelzklebstoff hergestellten Folie;

Figur 10 - Skizze eines Verfahrens zum Auftragen von Klebstoff mit einem Transferband für konturierte Schmelzklebstoffe;

Figur 11 - Skizze des Verfahrens zum Auftragen von Klebstoff auf eine Transferfolie oder einem Substrat, wobei konturierte Klebstoffabschnitte auf die Transferfolie oder dem Substrat abgelegt werden;

15

Figur 12 - Skizze des Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs durch Eintauchen eines Mikrobauteils in pulverförmigen Schmelzklebstoff oder eine Dispersion.

Die Figur 1 lässt eine Ausführungsform des Verfahrens zum Kleben von Mikrobauteilen auf ein Substrat 1 erkennen. Das Substrat 1 hat entweder eine glatte Oberfläche 2 oder eine strukturierte Oberfläche mit Vertiefungen 3 oder Erhebungen 4. Der Klebstoff 5 wird in Form eines granulatförmigen reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoffs mit Hilfe eines Greifers 6 einzeln auf die Klebeflächen genau abgelegt. Vor allem durch die strukturierte und/oder erwärmte Oberfläche verhardt der granulatförmige Klebstoff 5 in seiner Position. Die Form der Granulate kann beliebig sein, beispielsweise quaderförmig, prismenförmig, wie dargestellt kugelförmig, oder regellos.

25

Nachdem der Klebstoff 5 derart aufgetragen wurde, wird dieser erwärmt und mindestens ein Mikrobaueteil auf die mit Klebstoff 5 versehenen Klebflächen des Substrates 1 aufgelegt. Das Erwärmen kann auch bereits während des Auftragens mit einem vorgewärmten Greifer 6 erfolgen. Als Greifer 6 kann auch eine Nadel zum Aufnehmen und Platzieren der Klebstoffgranulate eingesetzt werden. Beim Abkühlen wird sofort eine nicht verschiebbliche Klebverbindung zwischen Mikrobaueteil und Substrat 1 hergestellt.

Die Figur 2 lässt eine andere Ausführungsform des Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs 5 zum Herstellen von Mikrosystembauelementen erkennen. Hierbei werden ausgewählte Klebflächen 7a mit Hilfe einer Elektrode 8 elektrostatisch aufgeladen. Die Elektrode 8 wird hierbei über die zu klebenden Flächen 7a verfahren, so dass diese in beliebiger Form leicht konturiert werden können.

In einer anderen Ausführungsform erfolgt das elektrostatische Aufladen der Klebfläche 7b mit einer geometrisch an die Form der Klebfläche 7b angepassten Elektrode 9 oder Maske.

Anschließend kann der Klebstoff 5 mit einem Greifer 6 einzeln aufgelegt oder in Pulverform aufgestreut werden. Die elektrostatische vorgeladene Oberfläche des Substrates 1 kann auch in pulverförmigen Klebstoff 5 eingetaucht werden.

Wie oben bereits beschrieben, erfolgt dann ein Erwärmen des derart lokal aufgetragenen Klebstoffs und Aufbringen des mindestens einen Mikroteils auf das Substrat 1.

Die Figur 3 lässt ein Verfahren zum Auftragen eines pulverförmigen Klebstoffs 5 großflächig auf die Oberfläche eines Substrates 1 erkennen.

In einem folgenden Schritt, der in der Figur 4 skizziert ist, wird der pulverförmige Klebstoff 5 an den ausgewählten Klebeflächen 7 durch lokale Erwärmung mit einer fokussierbaren Wärmequelle, wie beispielsweise einem Laserstrahl, einem Infrarot-Lichtstrahl, einem UV-Lichtstrahl etc. angeschmolzen oder angesintert.

- 5 Alternativ können die Klebflächen auch wie in der Figur 2 gezeigt vorher elektrostatisch aufgeladen werden. Der pulverförmige Klebstoff 5 wird dann von den nicht zu verklebenden Flächen 10 des Substrates 1 entfernt.

Das Anschmelzen oder Ansintern ausgewählter Klebeflächen 7 des wie in der Figur 3 skizziert großflächig mit pulverförmigen Klebstoff 5 beschichteten Substrates 1 kann auch durch Abdecken der nicht zu verklebenden Flächen 10 mit einer reflektierenden Maske und großflächigem Bestrahlen der Oberfläche des Substrates 1 mit einer Wärmequelle erfolgen.

- 15 Wie in der Figur 5 gezeigt ist, bleibt durch das Anschmelzen oder Ansintern der Klebstoff 5 an den ausgewählten Klebstellen 7 haften und kann von den nicht zu verklebenden Flächen 10 leicht entfernt werden.

- Die Figur 6 lässt eine andere Ausführungsform des Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs 5 in Form eines elektrostatisch aufgeladenen pulverförmigen Schmelzklebstoffs oder einer Dispersion eines Schmelzklebstoffs erkennen. Der Klebstoff 5 wird dabei auf eine elektrostatisch geladene oder konturierte Walze 12 aufgebracht, die relativ zu der Oberfläche des Substrates 1 bewegt wird. Hierdurch wird der gezielt lokal auf der Oberfläche der Walze 12 haftende Klebstoff 5 auf die ausgewählten Klebflächen 7 transferiert.
- 25

- Die Figur 7 lässt eine andere Ausführungsform des Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs 5 auf ausgewählte Klebstellen eines Substrates 1 oder Mikrobauteils erkennen. Das Substrat 1 oder Mikrobauteil hat an den ausgewählten Klebeflächen 7 eine erhabene Struktur, die in pulverförmigen Klebstoff oder eine
- 30

Dispersion eines Schmelzklebstoffs eingetaucht wird. Die erhabenen Klebflächen 7 werden auf dieser Weise mit Klebstoff 5 benetzt und die nicht zu klebenden Flächen 10 des Substrates 1 bleiben unbeschichtet.

- 5 Die Figur 8 lässt eine andere Ausführungsform zum Auftragen von Klebstoff 5 in Form eines pulverförmigen Schmelzklebstoffs oder einer Dispersion eines solchen Klebstoffs 5 erkennen. Der Klebstoff 5 wird hierbei durch ein konturiertes Sieb gestreut oder mit Hilfe eines Siebdruckverfahren als Dispersion mit Hilfe eines Siebes 13, das den ausgewählten Klebeflächen 7 entsprechende Sieböffnungen 14 hat, aufgetragen.

- Die Figuren 9 bis 11 lassen eine andere Methode zum Auftragen von Klebstoff 5 auf ein Substrat 1 oder Mikrobau teil mit Hilfe einer Transferfolie 15 erkennen. Die Transferfolie 15 kann ähnlich wie ein Schreibmaschinenband über die Oberfläche des Substrates 1 bewegt werden. Die Transferfolie 15 trägt auf der Oberfläche, die dem Substrat 1 zugewandt ist, den Schmelzklebstoff 5 als relativ dünne Schicht. Mit Hilfe einer fokussierten Wärmequelle 11, beispielsweise eines Lasers, wird die Folie an ausgewählten Stellen, die den Klebflächen 7 entsprechen, erwärmt und auf diese Weise der Klebstoff 5 auf die Oberfläche des Substrates 1 an den ausgewählten Klebstellen 7 angeheftet. Alternativ kann mit Hilfe eines konturierten Stempels 16 der Klebstoff 5 an den ausgewählten Klebstellen 5 mechanisch auf die Oberfläche des Substrates 1 aufgedrückt werden. Die transferbandartige Folie 15 wird, wie durch den Pfeil skizziert, kontinuierlich oder diskontinuierlich relativ zur Oberfläche des Substrates 1 bewegt, so dass immer vollständige Klebstoffflächen zum Auftragen auf das Substrat 1 verfügbar sind.

- Die Figur 10 lässt eine anderen Ausführungsform des Aufbringens von Klebstoff 5 mit Hilfe einer Transferfolie 15 auf ein Substrat 1 und ein Mikrobau teil erkennen. Der Klebstoff 5 ist hierbei bereits in den Klebflächen 7 in entsprechender

konturierter Form auf die Transferfolie 15 aufgetragen. Das Konturieren kann durch Ausschneiden beispielsweise mittels Laser oder Fräser erfolgen. Die Transferfolie 15 mit dem konturierten Klebstoff 5 wird dann auf die Oberfläche des Substrates 1 gelegt und mit einer Walze 12 angedrückt, so dass der Klebstoff 5 auf der Oberfläche des Substrates 1 haften bleibt.

Die Figur 11 lässt eine andere Ausführungsform erkennen, bei der eine konturierte Klebstofffolie 17 mit einem Greifer 6 aufgegriffen und auf eine Transferfolie 15 gezielt abgelegt wird. Die Transferfolie 15 kann dann wie in der Figur 10 gezeigt auf das Substrat 1 aufgebracht werden. Die konturierte Klebstofffolie 17 kann aber auch, wie in der Figur 11 skizziert, unmittelbar auf das Substrat 1 an den ausgewählten Klebflächen 7 abgelegt werden.

Der Greifer 6 kann ein Sauggreifer, ein elektrostatisch geladener Greifer oder ein mechanischer Greifer, eine Nadel etc. sein.

Der Klebstoff 5 kann nicht nur auf die Oberfläche des Substrates 1, wie skizziert, sondern in entsprechender Weise auf die Mikrobauteile oder sowohl auf das Substrat 1 und die Mikrobauteile aufgetragen werden.

Hierbei kann, wie in der Figur 12 skizziert, das Mikrobauteil 18 mit einem Greifer 6 ergriffen und in ein Gefäß mit einer Dispersion eines Schmelzklebstoffs oder eines pulverförmigen Schmelzklebstoffs eingetaucht werden. Vorteilhaft ist es, wenn dabei das Mikrobauteil 18 erwärmt ist.

GRAMM, LINS & PARTNER

Patent- und Rechtsanwaltssozietät

Gesellschaft bürgerlichen Rechts

GRAMM, LINS & PARTNER GbR, Theodor-Heuss-Str. 1, D-38122 Braunschweig

Technische Universität
Braunschweig Carolo-Wilhelmina
Pockelsstraße 14

38106 Braunschweig

Braunschweig:

Patentanwalt Prof. Dipl.-Ing. Werner Gramm *
Patentanwalt Dipl.-Phys. Dr. jur. Edgar Lins *
Rechtsanwalt Hanns-Peter Schrammek [□]
Patentanwalt Dipl.-Ing. Thorsten Rehmann *
Rechtsanwalt Christian S. Drzymalla [□]
Patentanwalt Dipl.-Ing. Hans Joachim Gerstein *
Rechtsanwalt Dr. Stefan Risthaus
Patentanwalt Dipl.-Ing. Kai Stornebel [°]

Hannover:

Patentanwältin Dipl.-Chem. Dr. Martina Läufer *
[□] zugelassen beim LG u. OLG Braunschweig

* European Patent Attorney
° European Trademark Attorney
[□] zugelassen beim LG u. OLG Braunschweig

Ihr Zeichen/Your ref.:

Unser Zeichen/Our ref.:

3022-011 DE-1

Datum/Date

21. August 2003

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kleben von Mikrobauteilen (18) auf ein Substrat (1) bei der Herstellung von Mikrosystembauelementen, gekennzeichnet durch

- Auftragen eines reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoffs (5) auf das Mikrobauteil (18) und/oder das Substrat (1);
- Erwärmen des Schmelzklebstoffs (5), und
- Aufbringen des mindestens einen Mikrobauteils (18) auf das Substrat (1), wobei der Schmelzklebstoff (5) auf den Kontaktflächen zwischen Mikrobauteil (18) und Substrat (1) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen selektiv mit einer fokussierenden Wärmequelle (11), insbesondere mittels Laser erfolgt.

Antwort bitte nach / please reply to:

Hannover:

Freundallee 13
D-30173 Hannover
Bundesrepublik Deutschland
Telefon 0511 / 988 75 07
Telefax 0511 / 988 75 09

Braunschweig:

Theodor-Heuss-Straße 1
D-38122 Braunschweig
Bundesrepublik Deutschland
Telefon 0531 / 28 14 0 - 0
Telefax 0531 / 28 14 0 - 28

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schmelzklebstoff (5) als Granulat aufgetragen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** Aufbringen einzelner Granulate auf eine glatte oder strukturierte Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobauteils (18).
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**
 - flächiges Auftragen von pulverförmigem Schmelzklebstoff (5) auf die Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobauteils (18),
 - Anschmelzen ausgewählter Klebestellen (7) durch lokale Erwärmung der Pulverschicht;
 - Entfernen der nicht angeschmolzenen Pulverschicht; und
 - Aufkleben des mindestens einen Mikrobauteils (18) auf das Substrat (1).
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschmelzen mittels Bestrahlung der ausgewählten Klebestellen durch eine fokussierbare Wärmequelle (11), beispielsweise mit einem Laser, erfolgt.
7. Ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Eintauchen eines erwärmten Substrates (1) oder Mikrobauteils (18) in pulverförmigen Schmelzklebstoff oder eine Dispersion oder Suspension

eines Schmelzklebstoffs zum Auftragen des Klebstoffs (5) an den eingetauchten Flächen.

- 5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** durch Aufbringen von pulverförmigen Schmelzklebstoff durch ein konturiertes Sieb (13) auf das Substrat (1) oder Mikrobauteil (18).
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** durch elektrostatisches Aufladen einer Oberfläche und/oder eines pulverförmigen Schmelzklebstoffs (5) zur Unterstützung des flächigen oder strukturierten Klebstoffauftrages.
- 15 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** durch Eintauchen einer erwärmten strukturierten Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobauteils (18) in pulverförmigen Schmelzklebstoff oder eine Dispersion oder Suspension eines Schmelzklebstoffs zum Auftragen des Klebstoffs (5) an den erhabenen Stellen der strukturierten Oberfläche.
- 25 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** durch elektrostatisches Aufladen einer Walze (12), flächiges Auftragen des pulverförmigen Schmelzklebstoffs auf die teilweise elektrostatisch geladene Oberfläche der Walze (12) und Übertragen der ausgewählten Klebestellen (7) von der Walze (12) auf das Substrat (1) oder Mikrobauteil (18), und kurzzeitiges Erwärmen der Oberfläche zum Anschmelzen des Klebstoffs (5).
- 30 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet** durch elektrostatisches Aufladen der ausgewählten Klebestellen, flächiges Auftragen des pulverförmigen Schmelzklebstoffs auf die teilweise elektrostatisch geladene Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobauteils

(18), und kurzzeitiges Erwärmen der Oberfläche zum Anschmelzen des Klebstoffs (5) an den elektrostatisch geladenen Klebestellen (7).

13. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Auflegen einer aus reaktivem oder nicht reaktivem Schmelzklebstoff (5) hergestellten Folie auf die zu klebende Oberfläche des Mikrobauteils (18) oder Substrates (1).

14. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Auflegen einer Transferfolie (15) mit daran anhaftendem granulatformigen oder pulverförmigem Klebstoff (5) oder einer aus Schmelzklebstoff hergestellten Schicht auf die zu klebende Oberfläche des Mikrobauteils (18) oder Substrates (1).

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **gekennzeichnet durch** Konturieren der Transferfolie (15) zur Auswahl von Klebestellen (7).

16. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **gekennzeichnet durch** Auftragen des Klebstoffs (5) an ausgewählten Klebestellen (7), wenn die Folie oder Transferfolie (15) auf der Oberfläche mindestens eines Mikrobauteils (18) oder Substrates (1) aufliegt, durch mechanisches Stempeln der Folie oder Transferfolie (15) auf das Substrat (1) oder Mikrobauteil (18) oder lokale Erwärmung der Folie oder Transferfolie (15).

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Auftragen des Klebstoffs (5) als Suspension oder Dispersion.

18. Verfahren nach Anspruch 16, **gekennzeichnet durch** Auftragen des Klebstoffs (5) mit einem Druckverfahren, insbesondere mit Siebdruck, auf die Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobauteils (18).

19. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Auftragen des pulverförmigen reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoffs (5) mit einem konturierten Sieb (13) oder einer Maske auf die Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobauteils (18).
- 5 20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auftrag des pulverförmigen Schmelzklebstoffs (5) elektrostatisch unterstützt wird.
21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Vorwärmen mindestens der Oberflächen, auf die Klebstoff (5) aufgetragen wird.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Nacherwärmung des Mikrosystembauelementes nach dem Aufkleben des mindestens einen Mikrobauteils (18) auf das Substrat (1).
- 15 23. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nacherwärmung selektiv mittels fokussierender Wärmequelle (11) oder global erfolgt.
24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Granulate der Klebstoffe (5) einen Durchmesser von weniger als 150 µm haben.
- 25 25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Granulate im Bereich von 0,5 bis 150 µm liegt.
26. Mikrosystembauelement mit mindestens einem auf ein Substrat (1) geklebtes Mikrobauteil (18); **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klebeverbind-

2
dung mit reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoff (5) ausgeführt ist.

- 5
27. Mikrosystembauelement nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mikrobauteile (18) kleiner als 1.000 μm sind.
28. Mikrosystembauelement nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klebeverbindung nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25 ausgeführt ist.

JG/mr

Zusammenfassung

Ein Verfahren zum Kleben von Mikrobau teilen auf ein Substrat (1) bei der Herstellung von Mikrosystembauelementen hat die Schritte:

5

- Auftragen eines reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoffs (5) auf das Mikrobau teil (18) und/oder das Substrat (1);
- Erwärmen des Schmelzklebstoffs (5), und
- Aufbringen des mindestens einen Mikrobau teils (18) auf das Substrat (1), wobei der Schmelzklebstoff (5) auf den Kontaktflächen zwischen Mikrobauteil (18) und Substrat (1) ist.

15 Bezug zur Figur 1

JG/ad-mr

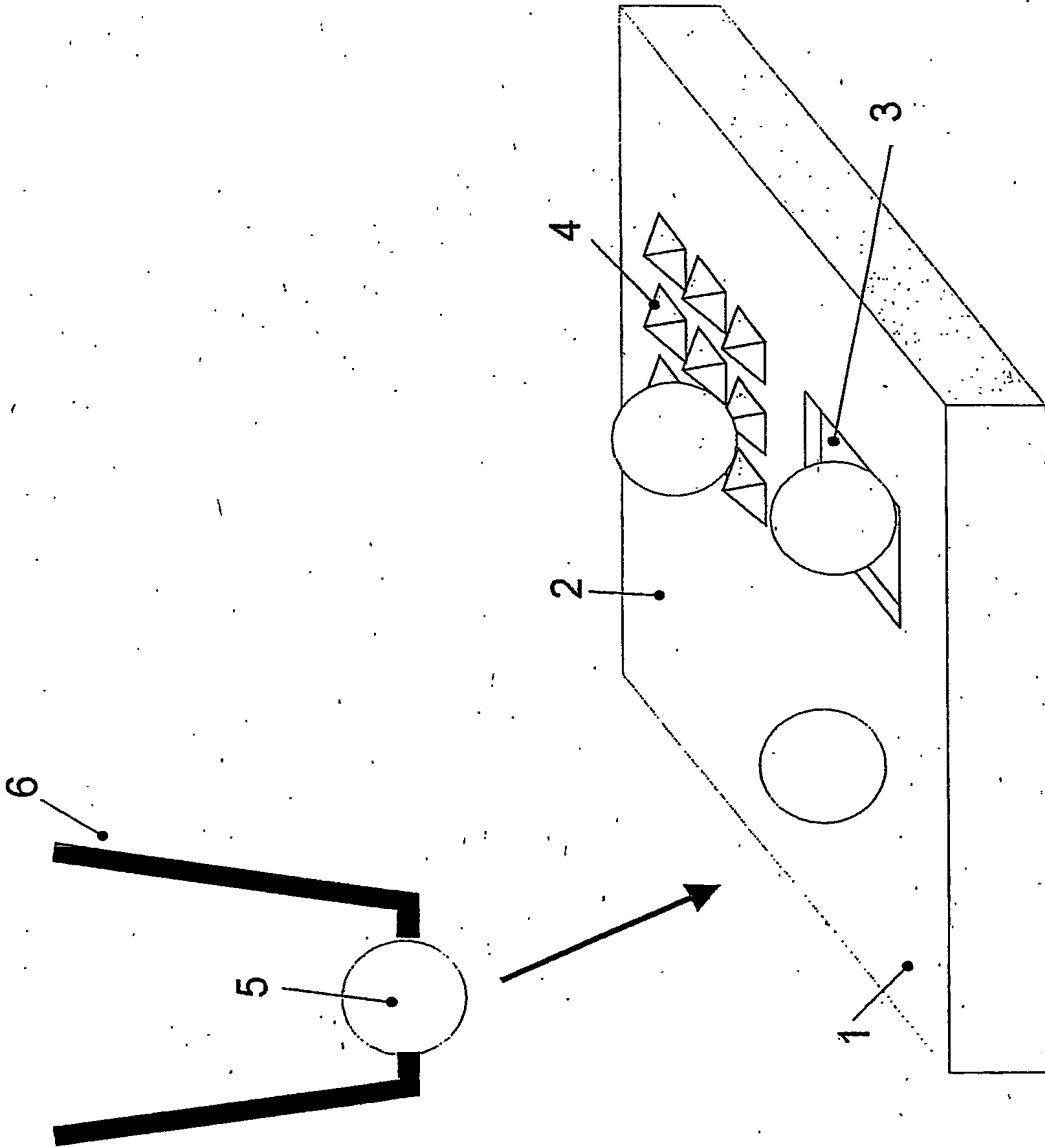


Fig. 1

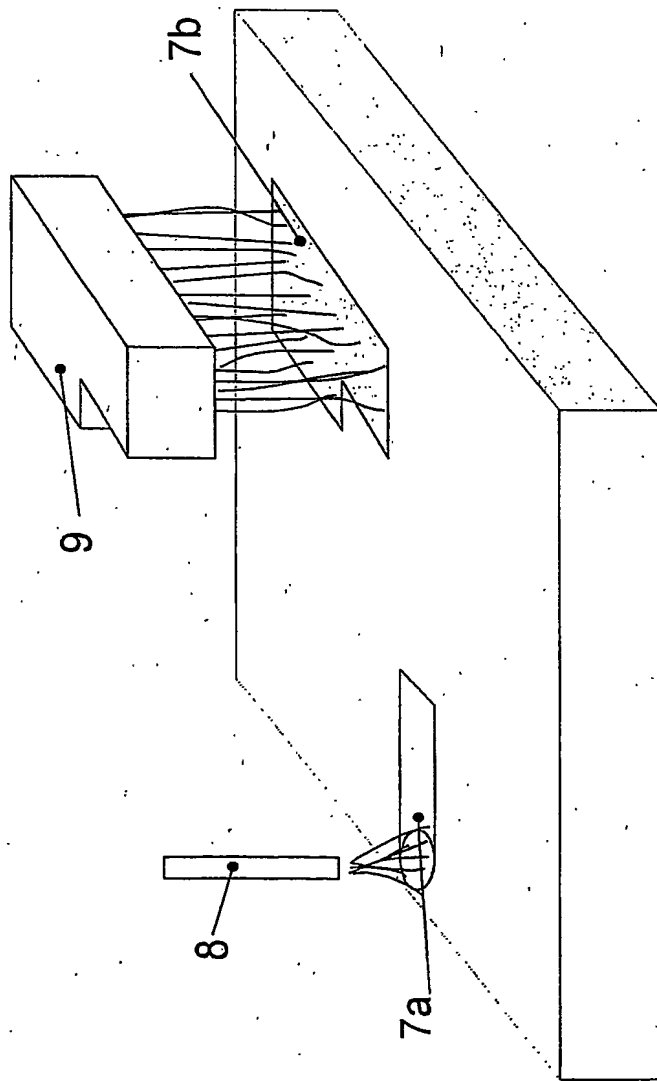


Fig.2

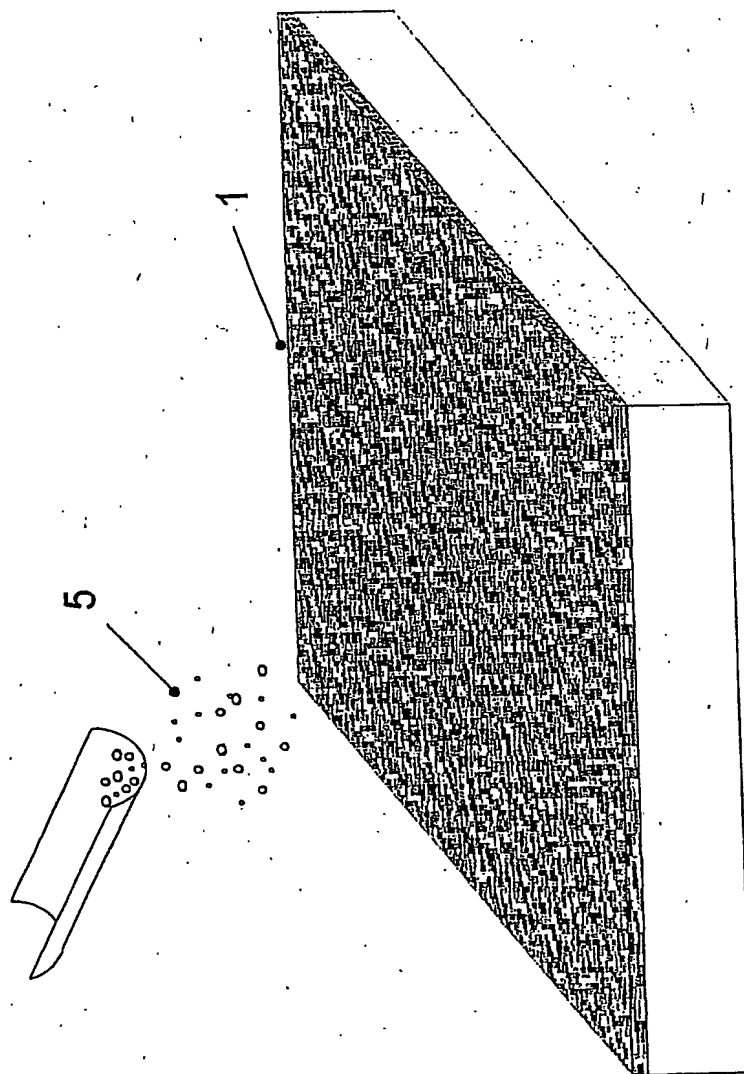


Fig. 3

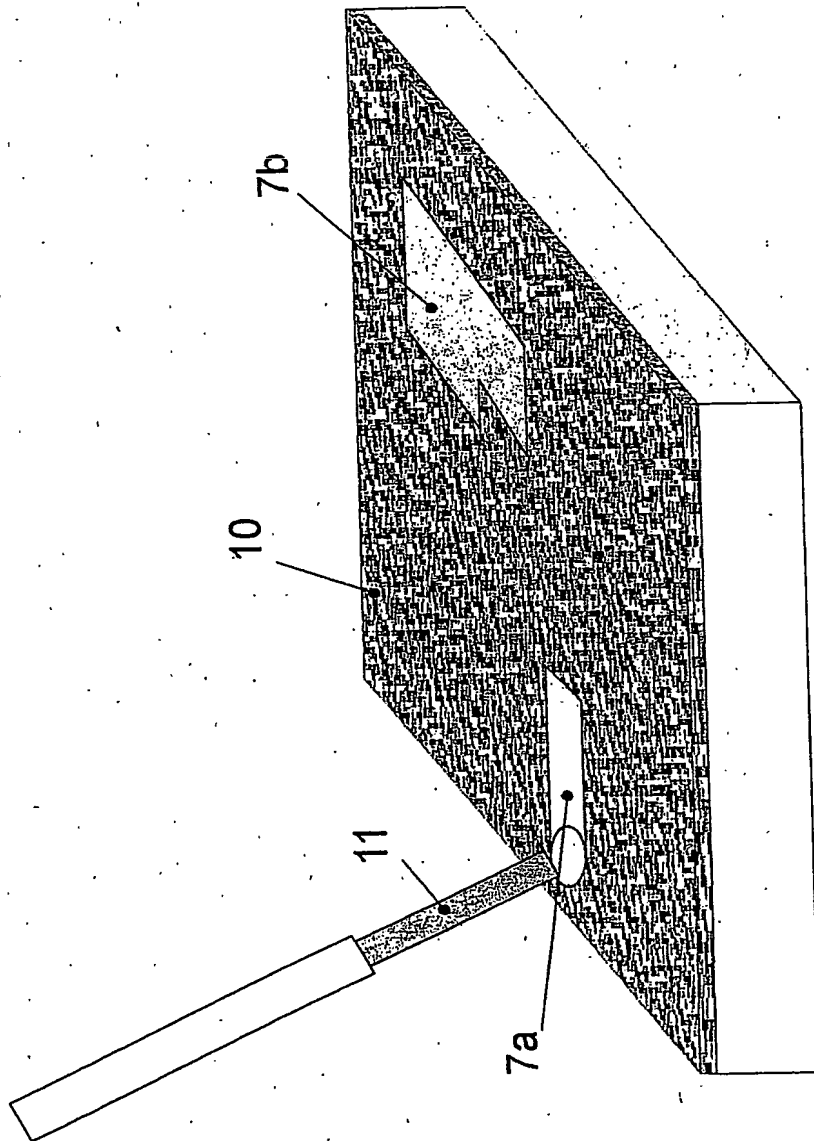


Fig. 4

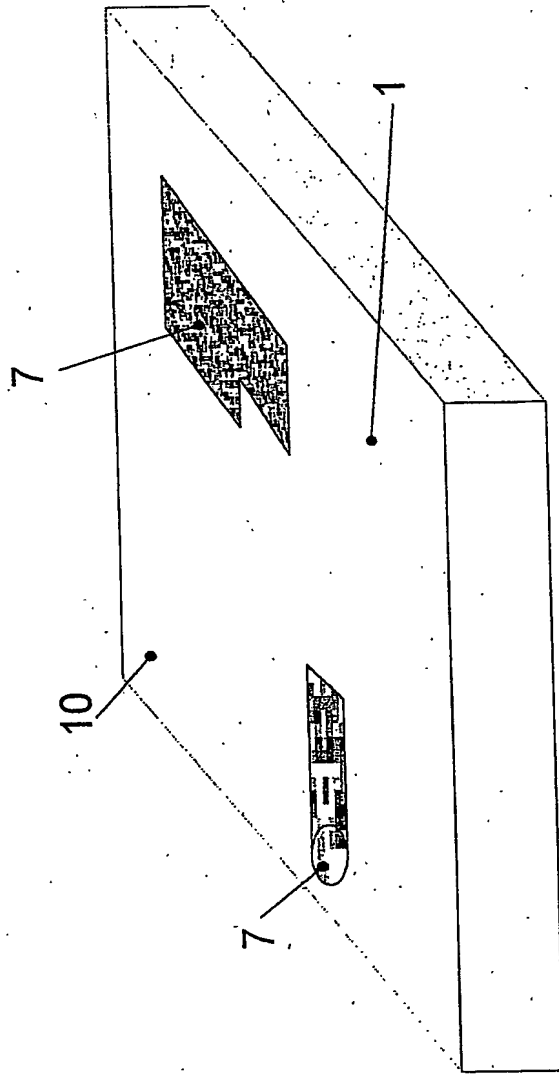


Fig. 5

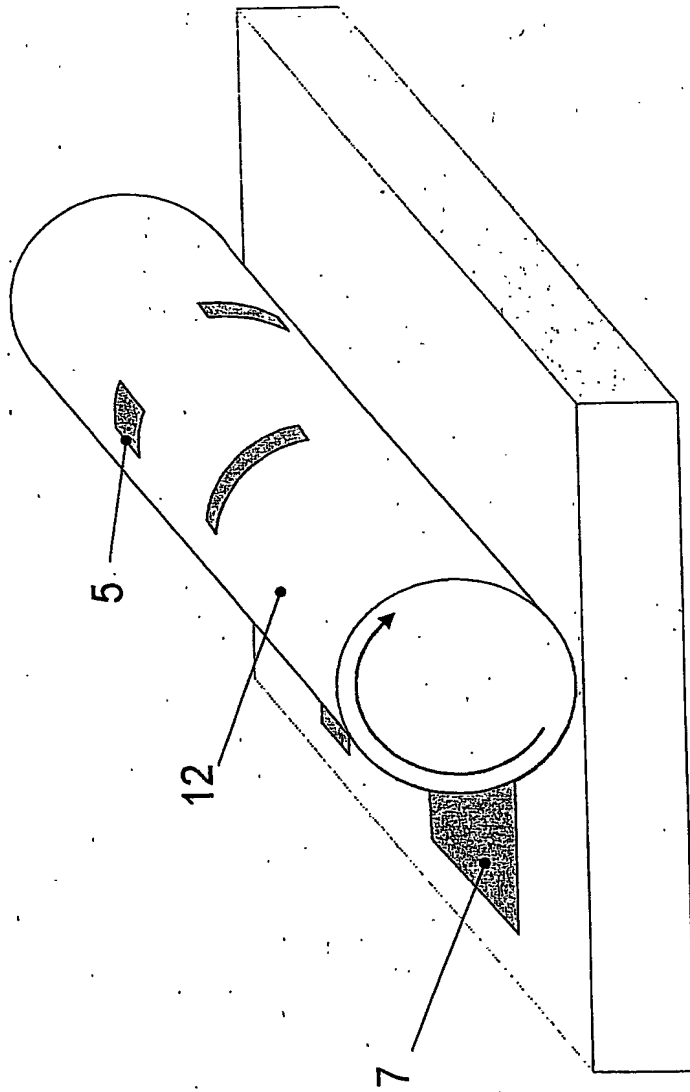


Fig. 6

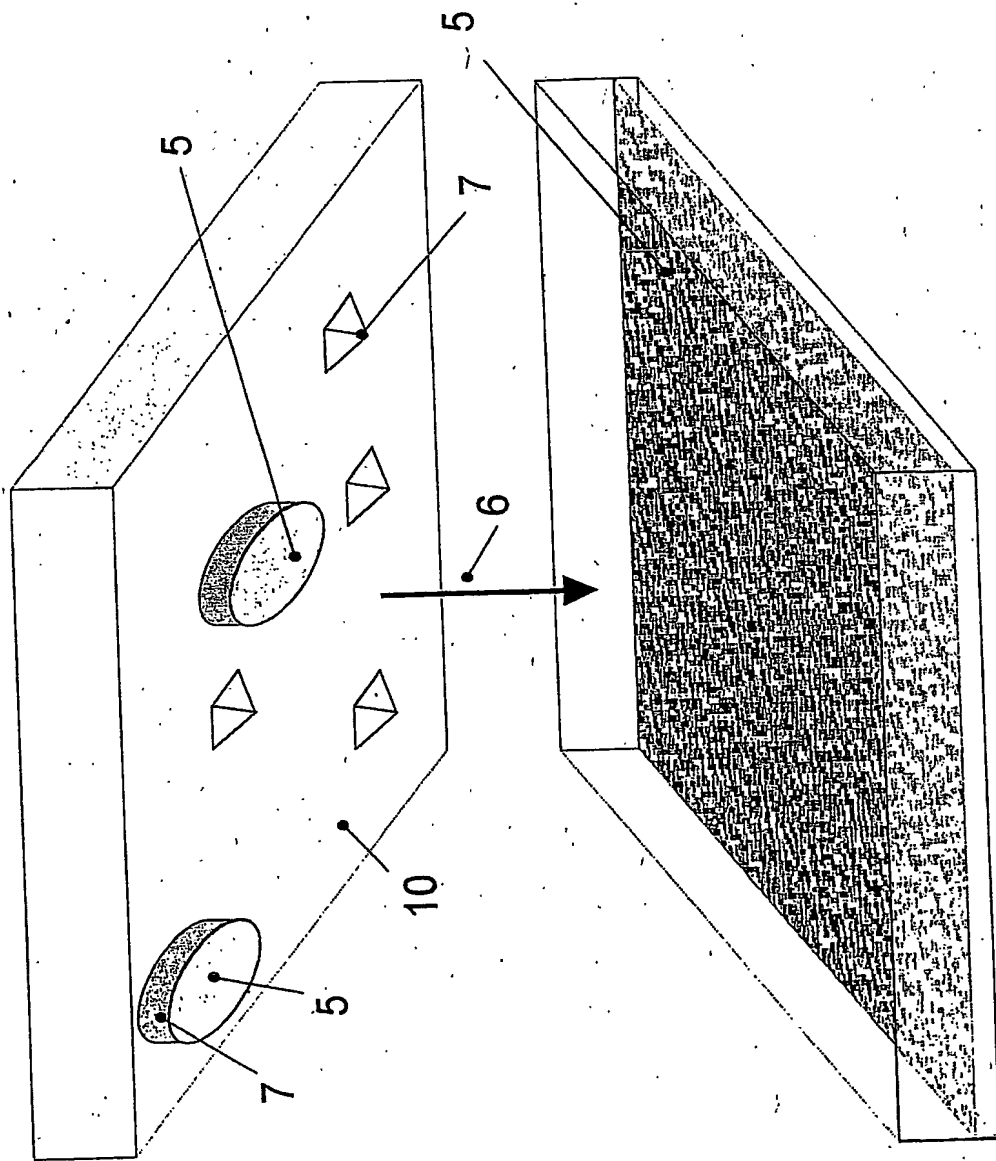


Fig. 7

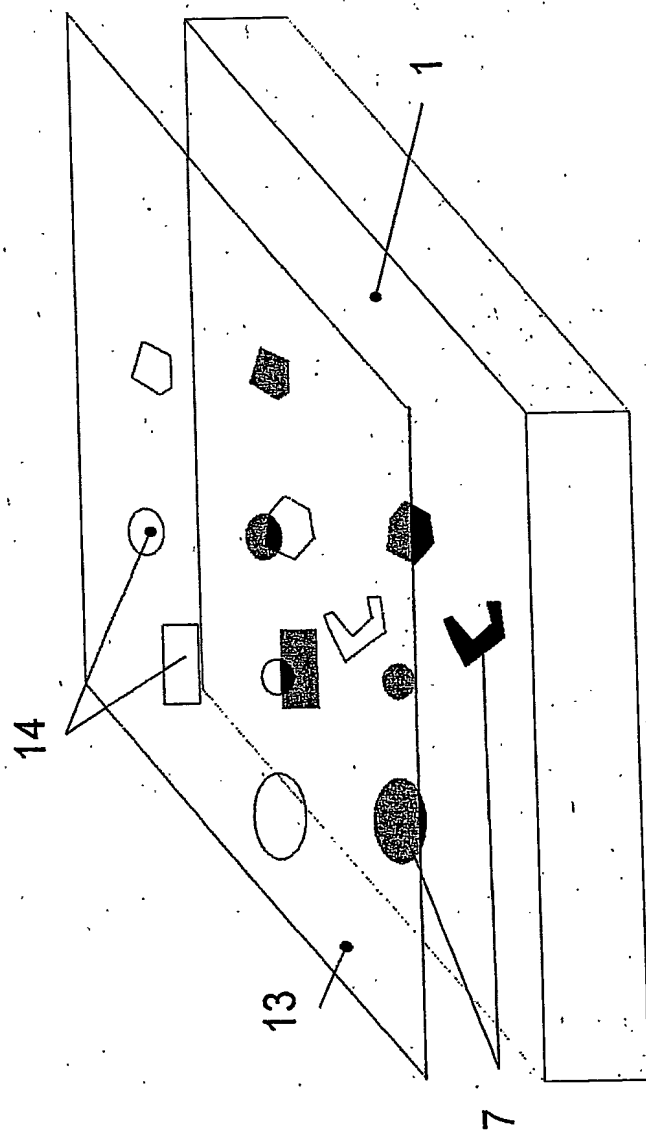


Fig. 8

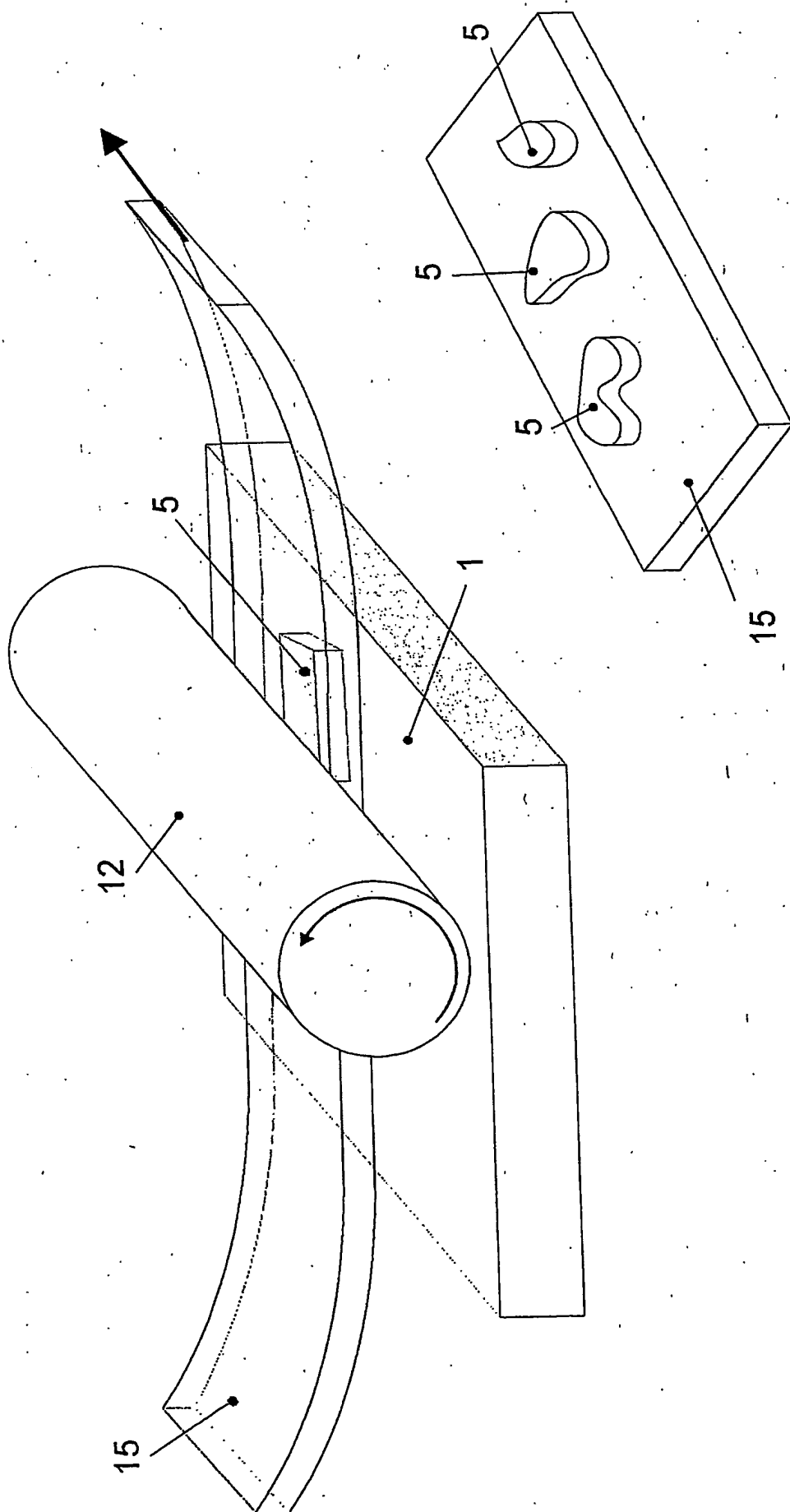


Fig. 10

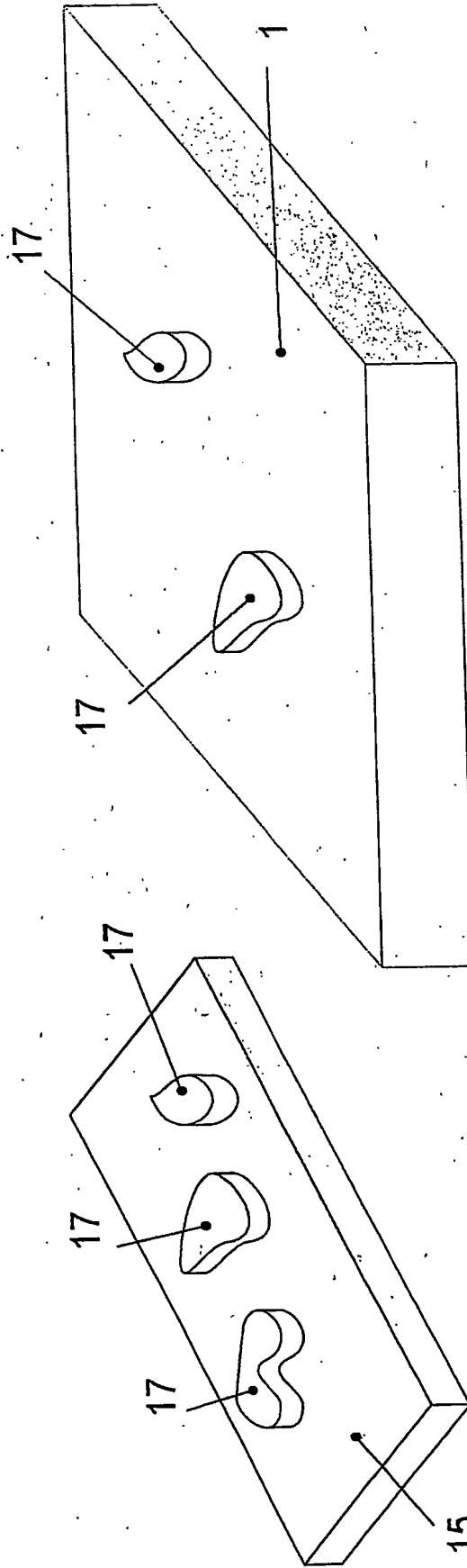
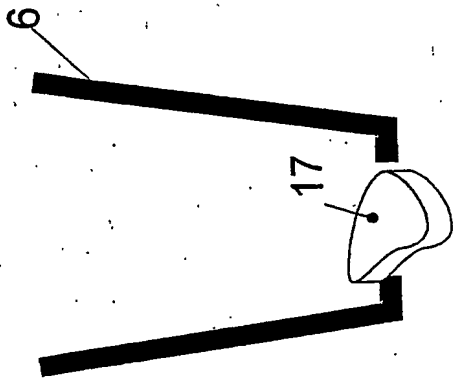


Fig. 11

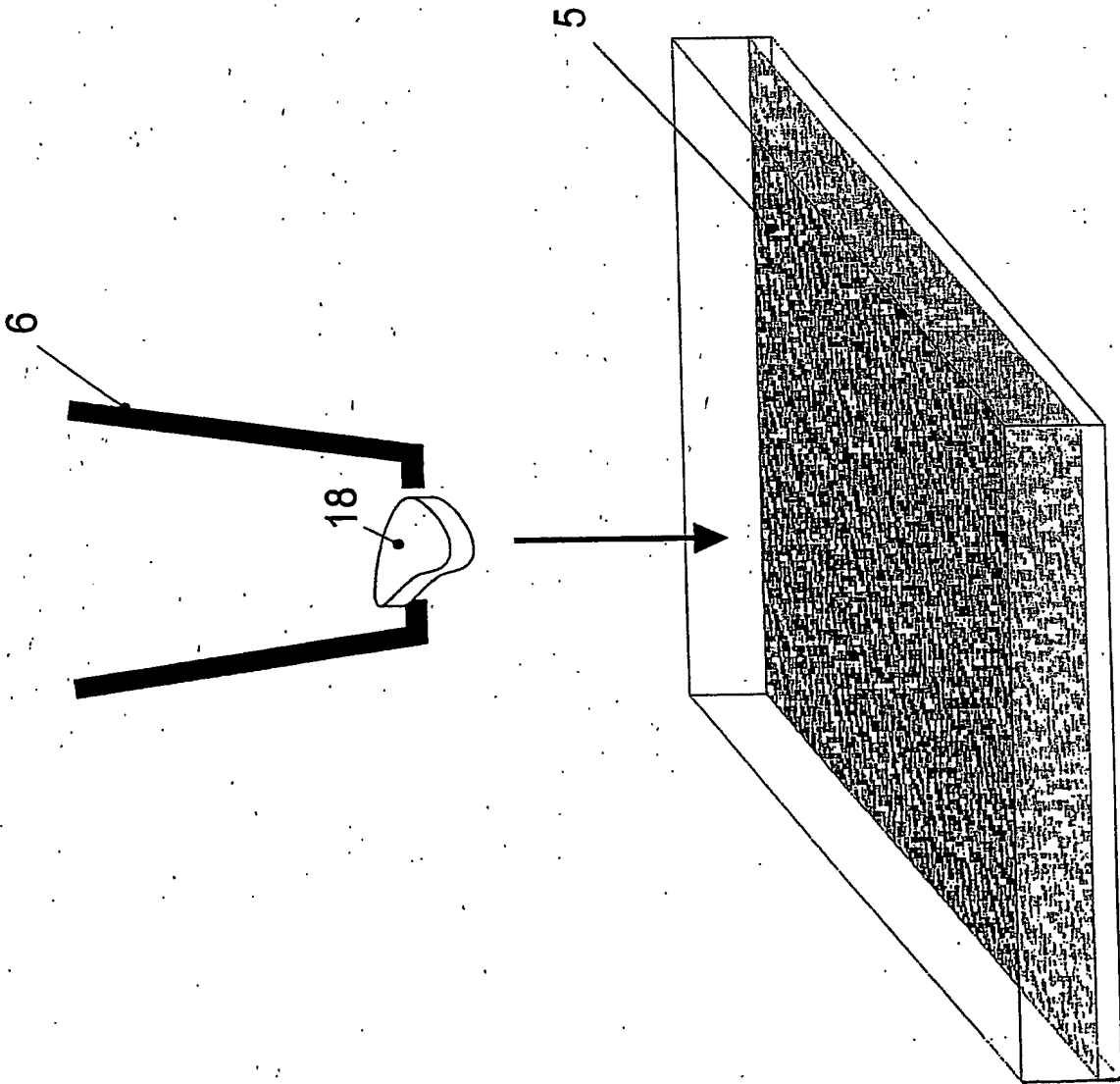


Fig. 12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.